

# Inhaltsverzeichnis

|                                                        |            |
|--------------------------------------------------------|------------|
| <b>Vorwort</b> .....                                   | <b>5</b>   |
| <b>Vorwort zur 5. Auflage</b> .....                    | <b>6</b>   |
| <b>Vorwort zur 6. Auflage</b> .....                    | <b>6</b>   |
| <br>                                                   |            |
| <b>1 Bedeutung und Entwicklung</b> .....               | <b>11</b>  |
| 1.1 Einführung .....                                   | 12         |
| 1.2 Geschichtlicher Rückblick .....                    | 17         |
| 1.3 Handhabungstechnik im Produktionssystem .....      | 25         |
| <br>                                                   |            |
| <b>2 Handhabungsobjekte</b> .....                      | <b>40</b>  |
| 2.1 Gliederung und Merkmale .....                      | 40         |
| 2.2 Werkstückordnungen .....                           | 45         |
| 2.3 Werkstückverhalten .....                           | 54         |
| 2.3.1 Fallbewegung .....                               | 57         |
| 2.3.2 Rollbewegung .....                               | 62         |
| 2.3.3 Gleitbewegung .....                              | 66         |
| 2.3.4 Kippbewegung .....                               | 73         |
| 2.3.5 Wendebewegung .....                              | 76         |
| 2.3.6 Hängefähigkeit .....                             | 79         |
| 2.3.7 Posenstabilität .....                            | 80         |
| 2.4 Handhabungsgerechte Werkstückgestaltung .....      | 81         |
| 2.5 Montagegerechte Gestaltung .....                   | 90         |
| <br>                                                   |            |
| <b>3 Handhabungsvorgänge</b> .....                     | <b>98</b>  |
| 3.1 Funktionen und Sinnbilder .....                    | 98         |
| 3.2 Aufstellen von Funktionsplänen .....               | 104        |
| 3.3 Zeitmanagement .....                               | 107        |
| <br>                                                   |            |
| <b>4 Funktionsträger und Zuführeinrichtungen</b> ..... | <b>109</b> |
| 4.1 Gliederung und Lösungswege .....                   | 110        |
| 4.2 Speichereinrichtungen .....                        | 111        |
| 4.2.1 Bunker .....                                     | 113        |

|        |                                          |     |
|--------|------------------------------------------|-----|
| 4.2.2  | Stapeleinrichtungen .....                | 131 |
| 4.2.3  | Magazine .....                           | 142 |
| 4.3    | Einrichtungen zum Mengen verändern ..... | 169 |
| 4.3.1  | Zuteilen .....                           | 170 |
| 4.3.2  | Verzweigen und Zusammenführen .....      | 194 |
| 4.3.3  | Sortieren .....                          | 197 |
| 4.4    | Einrichtungen zum Bewegen .....          | 201 |
| 4.4.1  | Lineareinheiten .....                    | 201 |
| 4.4.2  | Schwenkeinheiten .....                   | 213 |
| 4.4.3  | Dreheinheiten .....                      | 217 |
| 4.4.4  | Auslegung von Positionierachsen .....    | 218 |
| 4.4.5  | Einlegeeinrichtungen .....               | 223 |
| 4.4.6  | Portaleinheiten .....                    | 249 |
| 4.4.7  | Ordnen .....                             | 252 |
| 4.4.8  | Positionieren .....                      | 272 |
| 4.4.9  | Weitergeben .....                        | 278 |
| 4.4.10 | Schwingfördertechnik .....               | 307 |
| 4.5    | Einrichtungen zum Sichern .....          | 334 |
| 4.5.1  | Werkstückaufnahmen .....                 | 335 |
| 4.5.2  | Greifer .....                            | 340 |
| 4.5.3  | Greiferwechseleinrichtungen .....        | 363 |
| 4.5.4  | Greifen von Kleinstteilen .....          | 365 |
| 4.5.5  | Spanneinrichtungen .....                 | 368 |
| 4.6    | Kontrolleinrichtungen .....              | 371 |
| 4.7    | Bandzuführung .....                      | 378 |
| 4.8    | Drahtzuführung .....                     | 388 |
| 4.9    | Schraubenzuführung .....                 | 391 |
| 4.10   | Kontinuierliche Werkstückzuführung ..... | 400 |
| 4.11   | Auswahl von Funktionsträgern .....       | 402 |
| 4.12   | Langguthandhabung .....                  | 413 |
| 4.12.1 | Stangenlademagazine .....                | 413 |
| 4.12.2 | Rohr- und Stangenzuführung .....         | 415 |
| 4.13   | Hochgeschwindigkeitshandhabung .....     | 416 |

## **5 Flexible Handhabungstechnik ..... 420**

|         |                                        |     |
|---------|----------------------------------------|-----|
| 5.1     | Handgeführte Manipulatoren .....       | 420 |
| 5.1.1   | Aufgaben und Verordnung .....          | 421 |
| 5.1.2   | Funktionen und Baugruppen .....        | 421 |
| 5.1.3   | Antrieb .....                          | 428 |
| 5.1.3.1 | Fluidantrieb .....                     | 428 |
| 5.1.3.2 | Elektroantrieb .....                   | 430 |
| 5.1.4   | Gelenkbremsung .....                   | 431 |
| 5.1.5   | Standicherheit von Säulengeräten ..... | 432 |
| 5.1.6   | Greifer und Lastaufnahmemittel .....   | 433 |
| 5.2     | Roboterassistent .....                 | 435 |
| 5.2.1   | Definition und Einordnung .....        | 435 |

|           |                                                  |            |
|-----------|--------------------------------------------------|------------|
| 5.2.2     | Funktionsprinzip .....                           | 436        |
| 5.2.3     | Anwendung .....                                  | 439        |
| 5.3       | Industrieroboter .....                           | 439        |
| 5.3.1     | Koordinatensysteme .....                         | 443        |
| 5.3.2     | Bewegungssteuerung und -beschreibung .....       | 445        |
| 5.3.2.1   | Vektordarstellung .....                          | 447        |
| 5.3.2.2   | Frame-Konzept .....                              | 449        |
| 5.3.2.3   | Beschreiben von Drehungen .....                  | 450        |
| 5.3.2.4   | Koordinatentransformation .....                  | 451        |
| 5.3.2.5   | DENAVIT-HARTENBERG-Konvention .....              | 454        |
| 5.3.3     | Roboterkinematik .....                           | 455        |
| 5.3.4     | Programmiertechniken .....                       | 461        |
| 5.4       | Flexible Werkstückbereitstellung .....           | 464        |
| <b>6</b>  | <b>Transfersysteme .....</b>                     | <b>473</b> |
| 6.1       | Verkettung von Arbeitsmitteln .....              | 475        |
| 6.2       | Weitergabe- und Werkstückträgersysteme .....     | 482        |
| 6.3       | Werkstückträger .....                            | 495        |
| 6.4       | Werkstückträger-Schnelleinzug .....              | 507        |
| 6.5       | Werkstückträgerführung .....                     | 509        |
| <b>7</b>  | <b>Zuführen von Fluiden und Schüttgut .....</b>  | <b>518</b> |
| 7.1       | Stellen von Stoffströmen .....                   | 518        |
| 7.2       | Zuführen von Schüttgut .....                     | 524        |
| <b>8</b>  | <b>Sicherheitstechnische Anforderungen .....</b> | <b>534</b> |
| 8.1       | Gefährdungspotenzial .....                       | 534        |
| 8.2       | Schutzeinrichtungen und Maßnahmen .....          | 537        |
| 8.3       | Lärminderung an Handhabungseinrichtungen .....   | 545        |
| 8.3.1     | Stoß- und Schleifgeräusche .....                 | 546        |
| 8.3.2     | Fallgeräusche .....                              | 547        |
| 8.3.3     | Schwingungen .....                               | 548        |
| 8.4       | Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) .....         | 550        |
| <b>9</b>  | <b>Störungen im Werkstückfluss .....</b>         | <b>554</b> |
| <b>10</b> | <b>Vermeidung von Handhabungsschäden .....</b>   | <b>559</b> |
| <b>11</b> | <b>Blechteile automatisch handhaben .....</b>    | <b>563</b> |
| 11.1      | Funktionskette in der Blechbearbeitung .....     | 563        |
| 11.2      | Kompakte Pressenverkettung .....                 | 564        |

11.3 Platinenzuführvorrichtungen ..... 569

11.4 Zuführen von Dünnblechen ..... 573

**12 Handhabungstechnik beim Gesenkschmieden ..... 576**

**Hinweise zum Zusatzmaterial ..... 578**

**Sachwortverzeichnis ..... 579**